

COMMITTENTE

**CASEIFICIO SAN SILVESTRO S.p.A.**  
Via Vittorina Gementi n. 58 – 46010 Curtatone (MN)

OGGETTO

**ISTANZA S.U.A.P. EX ART. 8 DPR 160/2010 FINALIZZATA  
ALL'ADEGUAMENTO DELL'ATTIVITA' CASEARIA PRESSO  
IMPIANTO SITO IN LOCALITA' SAN SILVESTRO**

ELABORATO

**RELAZIONE TECNICA ED IDRAULICA RELATIVA ALLA VERIFICA DEL  
RISPETTO DEI PRINCIPI DI INVARIANZA IDRAULICA ED IDROLOGICA  
AI SENSI DEL R.R. n. 7 DEL 23/11/2017**

IL TECNICO:

**Dott. Ing. ERNESTO ZUNICA**



00	06/03/2019	Emissione
N° REV.	DATA	OGGETTO

*Dott. Ing. Ernesto Zunica*

PROGETTAZIONE E CONSULENZA PER L'INGEGNERIA CIVILE

Via Ilaria Alpi n. 4 – 46100 Mantova (MN) – tel: 0376 372154 – fax: 0376 372154 – E-mail: zunica@anenco.it

## **RELAZIONE TECNICA ED IDRAULICA**

La presente relazione è redatta su incarico della società CASEIFICIO SAN SILVESTRO S.P.A. al fine di verificare i requisiti di invarianza idraulica ed idrologica nell'ambito della progettazione della *"Istanza S.U.A.P. ex art. 8 del D.P.R. 160/2010 finalizzata all'adeguamento dell'attività casearia presso impianto sito in località San Silvestro"*.

### **Descrizione sommaria del progetto**

L'intervento, più dettagliatamente descritto negli elaborati progettuali, comporta sinteticamente la demolizione di alcuni fabbricati non più utilizzati, la realizzazione di un nuovo edificio e la pavimentazione di parte dei piazzali.

### **Premessa in relazione alle valutazioni idrauliche**

Le verifiche idrauliche e le valutazioni esposte nel seguito sono sviluppate in conformità al R.R. n. 7 del 23/11/2017 recante *"criteri e metodi per il rispetto del principio dell'invarianza idraulica ed idrologica ai sensi dell'articolo 58 bis della legge regionale 11 marzo 2005, n. 12 (Legge per il governo del territorio)"*, di seguito "regolamento".

### **Inquadramento normativo**

Le verifiche svolte nel seguito riguardano le aree soggette a riqualificazione e modifica della loro permeabilità e che saranno destinate in parte a fungere da area pavimentata impermeabile di pertinenza dell'azienda ed in parte per edificazione di nuovi edifici.

Ai sensi del R.R. n. 7/2017 al Comune di Curtatone è associata una criticità idraulica di tipo B. L'intervento in oggetto ricade negli interventi soggetti a detto regolamento ai sensi dell'art. 3 del medesimo. In particolare in sito in oggetto è perimetrato come ambito di trasformazione nel vigente PGT del Comune di Curtatone e pertanto ai sensi dell'art. 7, comma 5, del regolamento l'intervento sarà assoggettato ai limiti definiti per le zone con criticità idraulica di tipo A.

Le superfici scolanti impermeabili sono caratterizzate da un coefficiente di deflusso pari ad 1 con esclusione delle sole aree a verde per le quali è assunto un coefficiente di deflusso pari a 0,3.

Esaminate la criticità idraulica del Comune di Curtatone e le superfici complessive oggetto di intervento, ai sensi della tabella 1 del regolamento, l'intervento risulta ricadere nella classe di

intervento 2: “impermeabilizzazione potenziale media” dove il metodo da applicare per il calcolo idraulico ed idrologico è quello delle sole piogge ai sensi dell’art. 11, comma 2, lettera d) del regolamento, comunque sempre nel rispetto dei requisiti minimi di cui all’art. 12:

Tabella 1

CLASSE DI INTERVENTO		SUPERFICIE INTERESSATA DALL'INTERVENTO	COEFFICIENTE DEFLUSSO MEDIO PONDERALE	MODALITÀ DI CALCOLO	
				AMBITI TERRITORIALI (articolo 7)	
				Aree A, B	Aree C
0	Impermeabilizzazione potenziale qualsiasi	$\leq 0,01 \text{ ha } (\leq 100 \text{ mq})$	qualsiasi	Requisiti minimi articolo 12 comma 1	
1	Impermeabilizzazione potenziale bassa	$da > 0,01 \text{ a } \leq 0,1 \text{ ha } (\leq 1.000 \text{ mq})$	$\leq 0,4$	Requisiti minimi articolo 12 comma 2	
2	Impermeabilizzazione potenziale media	$da > 0,01 \text{ a } \leq 0,1 \text{ ha } (\leq 1.000 \text{ mq})$	$> 0,4$	Metodo delle sole piogge (vedi articolo 11, comma 2, lettera d)	Requisiti minimi articolo 12 comma 2
		$da > 0,1 \text{ a } \leq 1 \text{ ha } (da > 1.000 \text{ a } \leq 10.000 \text{ mq})$	qualsiasi		
		$da > 1 \text{ a } \leq 10 \text{ ha } (da > 10.000 \text{ a } \leq 100.000 \text{ mq})$	$\leq 0,4$		
3	Impermeabilizzazione potenziale alta	$da > 1 \text{ a } \leq 10 \text{ ha } (da > 10.000 \text{ a } \leq 100.000 \text{ mq})$	$> 0,4$	Procedura dettagliata (vedi articolo 11, comma 2, lettera d)	
		$> 10 \text{ ha } (> 100.000 \text{ mq})$	qualsiasi		

### **Descrizione della soluzione progettuale adottata**

Si è proceduto ad analizzare l'intervento identificando la posizione in cui realizzare le opere di laminazione, in particolare il sistema di raccolta delle acque meteoriche provenienti dalle zone soggette a nuova pavimentazione o nuova edificazione, composto da una nuova rete di drenaggio, recaperà le acque al bacino di laminazione e dispersione posto all'interno dell'area di proprietà aziendale. Parte delle nuove superfici pavimentate, dove sarà ubicata la zona carico / scarico degli automezzi, verrà gestita diversamente inviando le acque di dilavamento al depuratore aziendale. Per la rappresentazione architettonica dell'intervento si rimanda integralmente alle tavole grafiche progettuali redatte dall'Arch. Elena Bortolotti.

Le opere di invarianza idraulica ed idrologica previste sono le seguenti:

- 1) realizzazione di nuova rete di drenaggio da realizzarsi con tubazioni in PVC SN8 conformi UNI EN 1401 diametro nominale 250 mm, completa di pozzetti caditoia. E realizzazione del bacino di laminazione / dispersione di dimensioni planimetriche 20 x 20 m e profondità 1,60 m rispetto a piano campagna. Il bacino sarà rivestito con ghiaione sul fondo e con massi di sostegno in corrispondenza delle pareti.

### Verifiche idrauliche ed idrologiche – calcolo delle precipitazioni di progetto

Si procede al calcolo della precipitazione di progetto con applicazione delle curve di possibilità pluviometrica previste dal regolamento.

Coefficiente curva possibilità pluviometrica: $a_1 =$	26,549999
Coefficiente curva possibilità pluviometrica: $n =$	0,25299999
Tempo di ritorno: $T =$ (a favore di sicurezza si assume 100 anni)	<b>100 anni</b>
Parametro legge probabilistica GEV: $\alpha =$	0,27059999
Parametro legge probabilistica GEV: $\kappa =$	-0,064900003
Parametro legge probabilistica GEV: $\epsilon =$	0,82499999

Da cui applicando la formulazione della curva di possibilità pluviometrica adottata si ottiene:

$$w_T = \epsilon + \frac{\alpha}{k} \left\langle 1 - \left[ \ln \left( \frac{T}{T-1} \right) \right]^k \right\rangle$$

$$w_t = 2,275576497$$

$$h = a \cdot D^n = a_1 \cdot w_T \cdot D^n$$

$$a = a_1 \times w_t = 60,41655371$$

I valori di durata critica e di volume di invaso sono calcolati nel paragrafo seguente.

### Verifiche idrauliche ed idrologiche

Si procede al calcolo dei valori di durata critica e di volume di invaso.

Superficie scolante totale (impermeabile + permeabile) =	3.337	m <sup>2</sup>
Superficie impermeabile (nuove pavimentazioni + nuovi edifici) =	3.337	m <sup>2</sup>
Superficie permeabile =	0	m <sup>2</sup>

Quindi il coefficiente di deflusso medio ponderale risulta pari a:

$$\phi = (3.337 \times 1,0 + 0 \times 0,30) / 3.337 = 1,000$$

Risulta inoltre:

Superficie scolante impermeabile (superficie scolante totale moltiplicata per il coefficiente di deflusso medio ponderale):

$$3.337 \times 1,000 =$$

$$3.337 \text{ m}^2$$

Da cui applicando la curva di possibilità pluviometrica adottata si calcolano i seguenti valori di durata critica della pioggia e di volume di invaso (a favore di sicurezza è stato adottato un tempo di ritorno pari a T=100 anni in modo tale che siano automaticamente verificati anche i franchi di sicurezza):

$$D_w = \left( \frac{Q_{u,\text{lim}}}{2.78 \cdot S \cdot \varphi \cdot a \cdot n} \right)^{\frac{1}{n-1}}$$

$$D_w = 6,936272683 \text{ ore}$$

$$W_0 = 10 \cdot S \cdot \varphi \cdot a \cdot D_w^n - 3.6 \cdot Q_{u,\text{lim}} \cdot D_w$$

$$W_0 = 245,77 \text{ m}^3$$

Il volume di invaso sopra ottenuto va confrontato col valore minimo previsto dall'art. 12 del regolamento pari a 800 m<sup>3</sup>/ha (riferito alla superficie scolante impermeabile dell'intervento), ed in particolare:

$$\text{volume minimo: } W_{\text{min. previsto}} = 800 \times 3.337 / 10.000 = \mathbf{266,96 \text{ m}^3}$$

Essendo il volume di invaso calcolato minore del volume minimo previsto si adotterà quest'ultimo valore per la verifica del bacino di laminazione. Il bacino sarà ricavato all'interno del perimetro aziendale in un'area attualmente dismessa ed occupata da manufatti oggetto di demolizione. Il bacino di laminazione ed infiltrazione presenterà dimensioni planimetriche di 20 x 20 m, una profondità di 1,60 m dal piano campagna ed una quota di scorrimento della tubazione di immissione pari a +0,60 m dal fondo del bacino medesimo. E' stata considerata quale altezza utile dell'acqua invasata nel bacino, a titolo prudenziale, il limite di +0,70 m rispetto alla quota di fondo. Il fondo sarà realizzato in ghiaione mentre le pareti saranno realizzate anche con l'ausilio di massi a secco.

Il volume di laminazione è quindi il seguente:

$$\text{volume di laminazione progettato: } 20,00 \times 20,00 \times 0,70 = \mathbf{280,00 \text{ m}^3} > 266,96 \text{ m}^3$$

A favore di sicurezza si è computato solamente il volume entrante nel bacino di laminazione e non il volume uscente, dato il valore contenuto della portata di infiltrazione nel terreno.

Lo svuotamento del bacino di laminazione avviene per infiltrazione nel terreno. Le caratteristiche

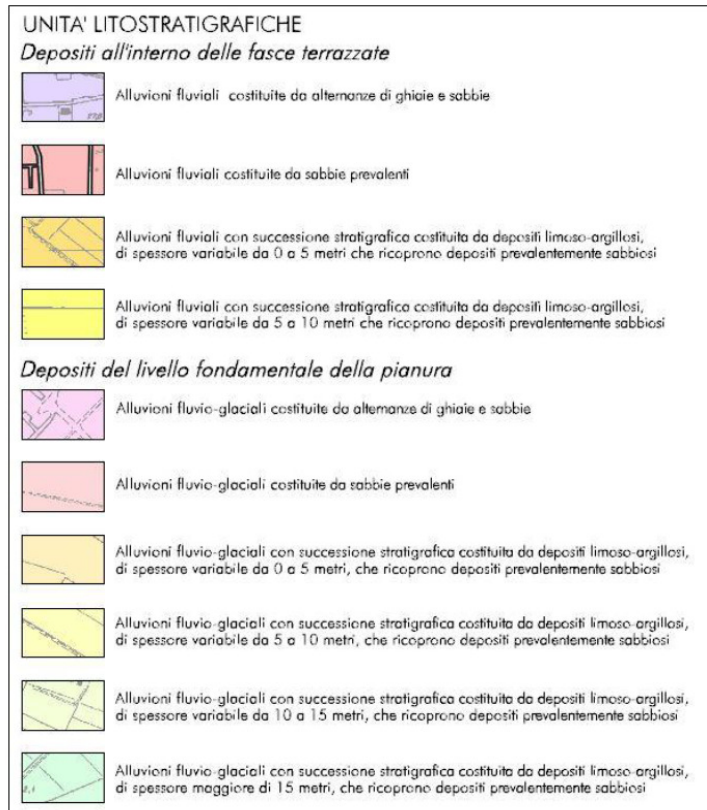
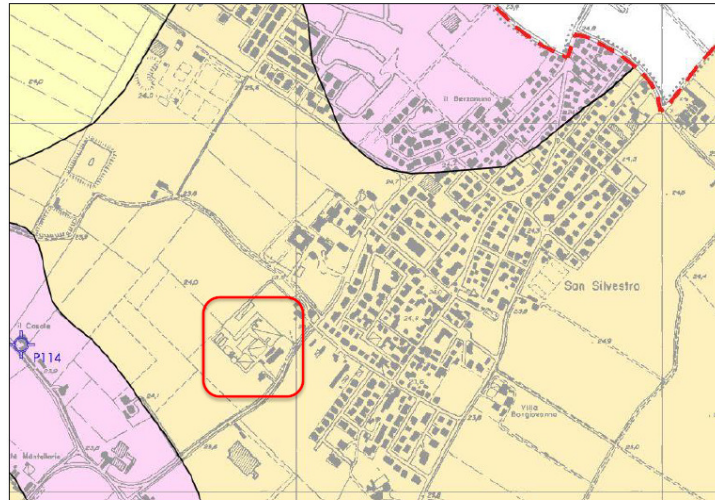
del terreno ed i valori di escursione massima della falda sono desunti dalla *Relazione* a firma dei Dott. Geol. Paolo Pasini, datata 31/10/2018, di cui si allega il seguente stralcio relativo alla tavola 4:

**TAVOLA 4 Carta Geologia (estratta dalla componente geologica del P.G.T.)**

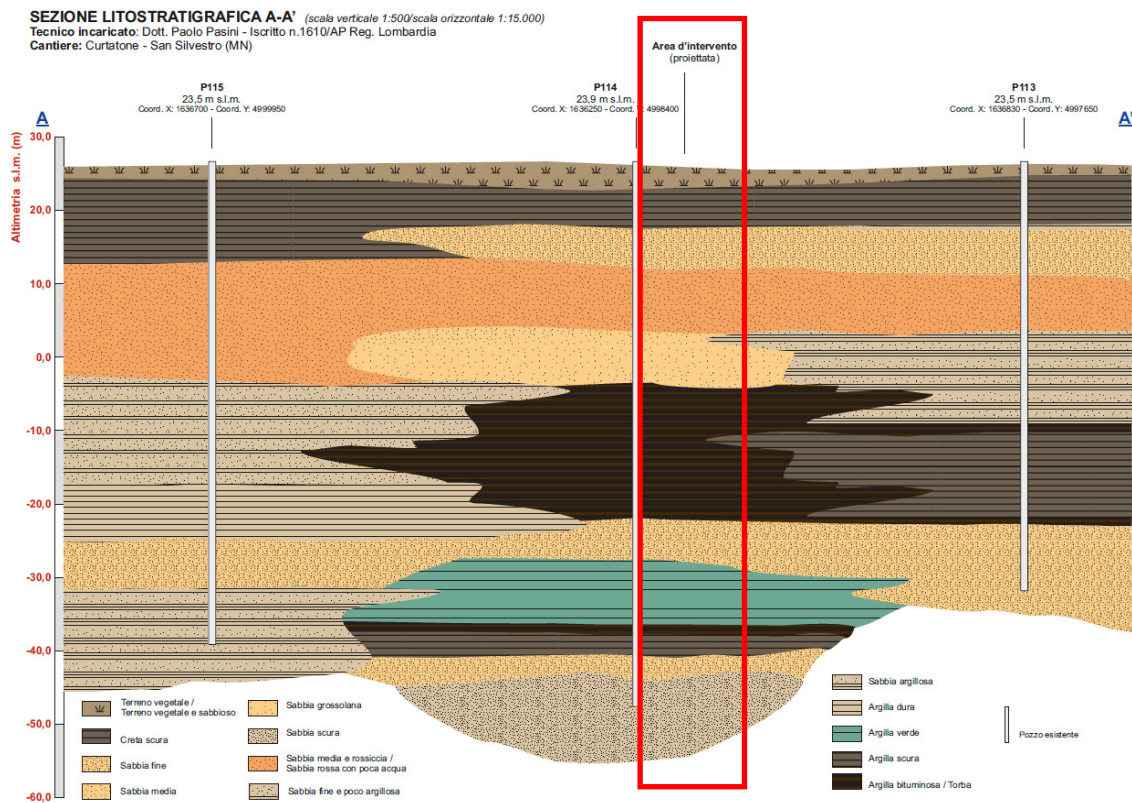
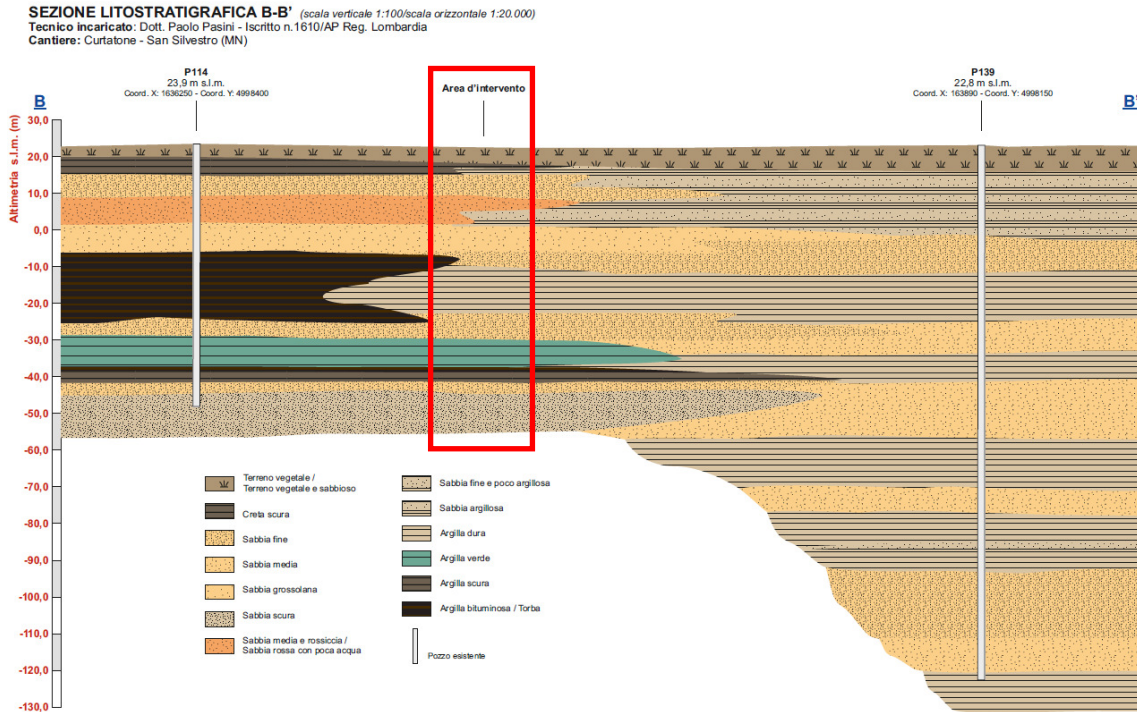
Comune: Curtatone (MN)

progetto: ampliamento edificio esistente – variante urbanistica ai sensi art. 97 LR 12/2005 art. 8 DPR 160/2010

Committente: Caseificio San Silvestro SpA



E si vedano le sezioni stratigrafiche ricostruite e rappresentate nella medesima relazione geologica che qui si riportano:



Mentre relativamente al massimo valore di escursione della falda si veda il capitolo 7 “*Conclusioni*” della citata relazione geologica:

- Da una indagine sismica eseguita in prossimità del sito in esame con metodologia **MASW** ed a seguito dell'**analisi di II livello** è stata assegnata al terreno sito al di **sotto del pc** la **categoria di sottosuolo C** (secondo il D.M. 17.01.2018);
- La **verifica alla liquefazione dei terreni** è stata eseguita utilizzando i dati della prova **MASW** eseguita dallo scrivente ed il metodo semplificato di Andrus e Stokoe (1982) dalle quali risulta rischio molto basso e pertanto si ritiene il sito **non liquefacibile**;
- in sito è indicata (v. PGT) presenza di **acqua di falda a circa 3,5 m da p.c.**

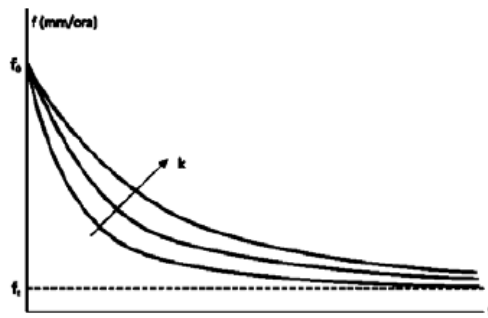
In questa fase pertanto si può assumere in prima approssimazione un valore di permeabilità idraulica pari a  $k = 6 \times 10^{-6}$  m/s, rilevabile come uno dei valori tipici per terreni caratterizzati dalla presenza di limo e sabbia argillosa oppure argilla sovraconsolidata fessurata, in coerenza ai dati di reperibili in bibliografia. A tale proposito si veda la tabella che segue tratta da Dispense di Geotecnica - Università degli Studi di Firenze - Dipartimento di Ingegneria Civile e Ambientale - Sezione Geotecnica - J. Facciorusso, C. Madiari, G. Vannucchi - (Rev. Ottobre 2011):

Tabella 4.1. Valori tipici del coefficiente di permeabilità dei terreni

TIPO DI TERRENO	k (m/s)
Ghiaia pulita	$10^{-2} - 1$
Sabbia pulita, sabbia e ghiaia	$10^{-5} - 10^{-2}$
Sabbia molto fine	$10^{-6} - 10^{-4}$
Limo e sabbia argillosa	$10^{-9} - 10^{-5}$
Limo	$10^{-8} - 10^{-6}$
Argilla omogenea sotto falda	$< 10^{-9}$
Argilla sovraconsolidata fessurata	$10^{-8} - 10^{-4}$
Roccia non fessurata	$10^{-12} - 10^{-10}$

Tale valore di permeabilità del terreno può considerarsi cautelativo anche in considerazione dell'andamento asintotico del parametro, che tende a ridursi nel tempo per stabilizzarsi una volta terminato il processo di saturazione del terreno, in conformità alla legge di Horton riportata graficamente nell'immagine che segue:





Di conseguenza, tenendo conto del solo fondo del bacino di laminazione si ottiene una portata di infiltrazione pari a:

superficie fondo bacino laminazione =	400	m <sup>2</sup>
tirante idraulico =	70	cm
portata d' infiltrazione: $400,00 \times 0,70 \times (6 \times 10^{-6}) =$	0,00168	m <sup>3</sup> /s

E quindi il tempo di svuotamento del bacino sarà pari a:

$$266,96 / 0,00168 = 158.905 \text{ secondi} = 2.648 \text{ minuti} = \mathbf{44,13 \text{ ore}} < 48 \text{ ore}$$

### Verifica idraulica della rete di drenaggio

Si procede quindi alla verifica idraulica delle tubazioni di raccolta delle acque meteoriche che poi confluiscono nel bacino di laminazione / dispersione.

Le tubazioni sono caratterizzate dalle seguenti caratteristiche:

diametro nominale =	250	mm
diametro netto interno =	235	mm
materiale =	PVC	
pendenza =	2	%
$k_{\text{Strickler}}$ =	100	m/s <sup>1/3</sup>

Considerando la sezione di chiusura della rete di drenaggio, posta in corrispondenza dell'ingresso al bacino di laminazione, dove si rileverà la portata massima, e considerando a titolo cautelativo la curva di possibilità pluviometrica definita dal R.R. n. 7/2017, si ottiene quanto segue:

$$h' = a \cdot D^{(n-1)} = a_I \cdot w_I \cdot D^{(n-1)} = 14,21788 \text{ mm/ora}$$

Inoltre considerando i seguenti ulteriori parametri:

Coefficiente di ritardo:  $C_r = 1,0$  (dovuto al ritardo d'ingresso in rete, in questo caso, data l'estensione limitata della rete è pari ad 1,00);

Coefficiente d'afflusso:  $\phi_{IMP.} = 1,00$  (coefficiente d'afflusso per le sole superfici impermeabili).

Si ottiene la seguente portata massima di progetto con un tempo di ritorno pari a 100 anni:

$$Q = 3.337 \times 14,21788 \times 1,00 \times 1,00 = 47.452 \text{ l/ora} = 13,18 \text{ l/s}$$

Di seguito vengono proposti i risultati del calcolo effettuato per il diametro di tubazione adottato, onde valutare, in funzione della portata massima di progetto, il rapporto di riempimento della condotta. In particolare nella tabella seguente si raccolgono i dati relativi alle portata massima alla sezione di chiusura in funzione dell'area scolante nonché la portata del tubo al 70 % di riempimento (in termini di altezza del pelo libero) ed il rapporto di riempimento. Le caratteristiche di moto nei tratti di tubazione sono state calcolate mediante la formula Chézy e coefficiente di scabrezza secondo Strickler pari a  $100 \text{ m}^{1/3}/\text{s}$  per il PVC.

tratto	diametro [mm]	superficie [m <sup>2</sup> ]	$\phi$	$Q_{\text{pioggia}}$ [l/s]	pendenza [%]	materiale	$Q_{70}$ [l/s]	$\frac{Q_{\text{pioggia}}}{Q_{70}}$
finale	235	3.337	1,00	13,18	0,20	pvc	24,54	0,54

Il Tecnico

Dott. Ing. Ernesto Zunica

